
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang Akademik 2011/2012

Januari 2012

EEK 361 – ELEKTRONIK KUASA

Masa : 3 Jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUABELAS** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.

1. (a) Terangkan takrifan sistem elektronik kuasa dengan menggunakan gambarajah yang sesuai.

Describe the definition of power electronic systems by using appropriate diagram.

(10 markah/marks)

- (b) Senaraikan 2 jenis peranti semikonduktor kuasa dan berikan contoh peranti bagi setiap jenis.

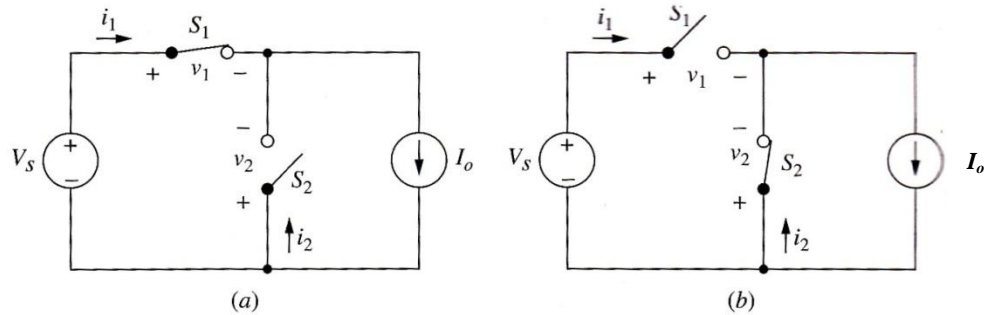
List 2 types of power semiconductor devices and give 1 example for each type.

(10 markah/marks)

- (c) Litar Rajah 1(a) mempunyai 2 suis. Apabila suis S1 ditutup, sumber voltan $V_s = 24V$ tersambung kepada sumber arus $I_o = 2A$. Ianya diperlukan untuk membuka suis S1 bagi memutuskan V_s dari sumber arus I_o . Suis ke dua S2 menutup untuk menyediakan laluan arus I_o seperti Rajah 1(b). Pada suatu masa kemudian, Suis S1 perlu ditutup semula dan suis S2 mesti dibuka untuk mengembalikan litar di keadaan asal. Kitar ini diulang pada frekuensi 200 kHz. Tentukan jenis peranti yang diperlukan bagi setiap suis dan maksimum voltan dan arus bagi setiap situasi tersebut.

The circuit of Figure 1(a) has two switches where switch S1 is on, the voltage source $V_s = 24V$ is connected to the current source $I_o = 2A$. It is desired to open switch S1 to disconnect V_s from the current source I_o . This requires that a second switch S2 close to provide a path for current I_o , as in Figure 1(b). At a later time, S1 must reclose and S2 must open to restore the circuit to its original condition. The cycle is to repeat at a frequency of 200 kHz. Determine the type of device required for each switch and the maximum voltage and current requirement of each condition.

...3/-



Rajah 1
Figure 1

(25 markah/marks)

- (d) Jelaskan mekanisme masa peralihan balikan diod dengan menggunakan diagram yang sesuai.

Describe the mechanism of reverse recovery time of diode by using appropriate diagram.

(10 markah/marks)

- (e) Berikan satu alasan kenapa masa peralihan diod adalah parameter penting untuk memilih diod yang sesuai bagi Pembekal Kuasa Mod Pensuisan (PKMP).

Give one reason why the recovery time of diode is important parameter in selecting a suitable diode for switching-mode power supply (SMPS).

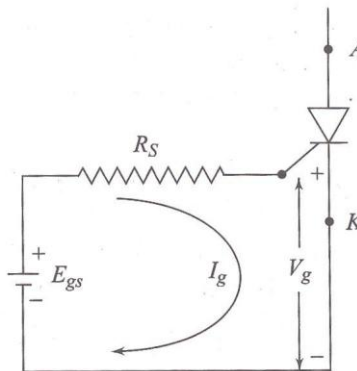
(5 markah/marks)

- (f) Bagi suatu SCR sebagaimana ditunjukkan dalam Rajah 2, ciri get katod diberikan oleh sebuah garis lurus dengan kecerunan 16V per amp melalui asal. Maksimum masa buka ialah 4 μ s dan arus get terpanjang yang diperlukan untuk mendapatkan buka cepat ialah 500 mA. Jika sumber get voltan ialah 15 V, kira :

For an SCR as shown in Figure 2, the gate cathode characteristic is given by a straight line with a gradient of 16 V per amp passing through the origin, the maximum turn on time is 4 μ s and the fastest gate current required to obtain this quick turn-on is 500 mA. If the gate source voltage is 15 V, calculate

- (i) rintangan yang tersambung sesiri dengan get SCR.
the resistance to be connected in series with the SCR gate.
- (ii) kuasa get yang dikeluarkan, lebar denyutan diberikan adalah sama dengan masa terbuka dan purata kuasa get yang dikeluarkan ialah 0.3 W. Juga, kirakan maksimum frekuensi pemicuan yang boleh dipertimbangkan apabila denyutan pengapian digunakan.

the gate power dissipation, given that the pulse width is equal to the turn-on time and that the average gate power dissipation is 0.3 W. Also, compute the maximum triggering frequency that will be possible when pulse firing is used.



Rajah 2
Figure 2

(40 markah/marks)

...5/-

2. (a) Rajah 3 menunjukkan litar cahaya dimer yang mengaplikasikan pengubah satu fasa au ke at.

Figure 3 shows the circuit that implement single-phase ac-to-ac converter in dimmer light circuit application.

- (i) Nyatakan peranti 1 (D1) dan peranti 2 (D2).

State the name for device 1(D1) and device 2 (D2).

- (ii) Apakah fungsi D2 di dalam litar tersebut.

What is the function of D2 in this circuitry.

- (iii) Terangkan prinsip operasi daripada peranti D2 dengan pertolongan diagram keratan rentas perantinya.

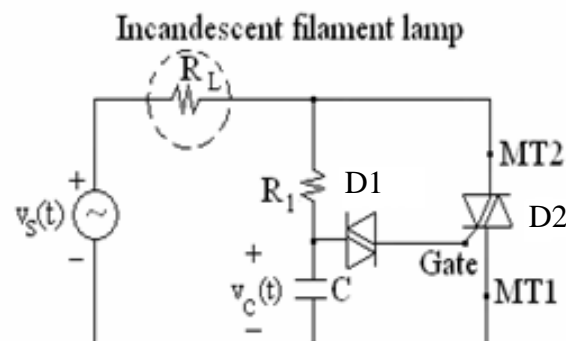
Explain the principle of operation of device D2 with the aid of its cross sectional structure diagram.

- (iv) Lukiskan ciri I-V untuk peranti D2.

Draw the I-V characteristic for device D2.

- (v) Senaraikan dua perbezaan antara D1 dan D2.

List two differences between D1 and D2.



Rajah 3
Figure 3

(50 markah/marks)
...6/-

- (b) Terangkan bagaimana akibat penambahan magnitud arus get dan pengaruh suhu simpang di depan dan belakang voltan runtuh.

Explain how the increase in the magnitude of the gate current and junction temperature effects on forward and reverse break down voltages.

(10 markah/marks)

- (c) Apa yang anda faham dengan “selak atas dinamik” untuk suatu IGBT. Bagaimana ia boleh dielakkan?

What do you understand by “dynamic latch up” of an IGBT. How can it be prevented?

(10 markah/marks)

- (d) Pada litar pacuan get asas untuk suatu IGBT ditunjukkan dalam Rajah 4 menurut data yang diberikan :

In the basic gate drive circuit of an IGBT shown in Figure 4 following data are given

$$V_{gg} = 15 \text{ V}, V_{cc} = 20 \text{ V}, \beta_1 \text{ for } Q_1 = 50, \beta_2 \text{ for } Q_2 = 50$$

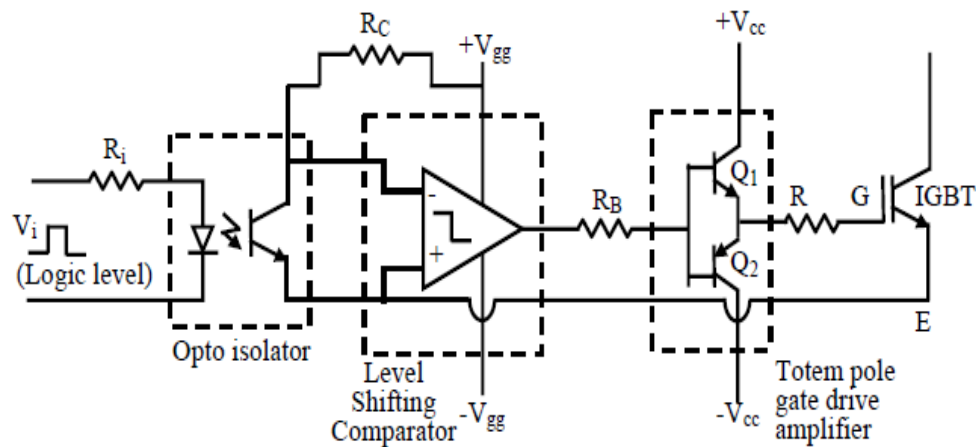
$$R_B = 2.2 \text{ K}\Omega, R = 30\Omega, V_{gE}(\text{th}) \text{ of IGBT} = 4\text{V}, g_{fs} = 40$$

$$C_{gE} = 4\text{nF}, C_{gD} = 500\text{pF},$$

IGBT digunakan untuk suis beban beararuhan pengapit 50 Amps dari suatu sumber 400 Volt. Tentukan nilai maksimum di/dt dan $CEdv/dt$ semasa IGBT dibuka dan ditutup.

The IGBT is used to switch a clamed inductive load of 50 Amps from a 400 volts supply. Find out maximum values of di/dt and $CEdv/dt$ during Turn on and Turn off of the IGBT.

...7/-



Rajah 4
Figure 4

(30 markah/marks)

3. (a) Lukis dan terangkan ciri keluaran MOSFET mode saluran n.

Draw and explain the output characteristic of n-channel mode MOSFET.

(10 markah/marks)

- (b) Lukis litar setara untuk MOSFET kuasa dan terangkan kenapa ia digunakan untuk aplikasi penyongsang.

Draw the equivalent circuit for power MOSFET and explain why is use for the inverter application.

(10 markah/marks)

- (c) Senaraikan 4 paramater yang harus dipertimbangkan untuk merekabentuk litar picuan suatu MOSFET.

List 4 parameters that should be considered for gate circuit drive design of a MOSFET.

(20 markah/marks)

- (d) Apakah kepentingan kawasan operasi selamat untuk MOSFET kuasa? Namakan 1 kekangan lain operasi untuk MOSFET kuasa tyersebut.

What is the significance of safe-operating area of a power MOSFET? Name one other operating limitations of a power MOSFET.

(10 markah/marks)

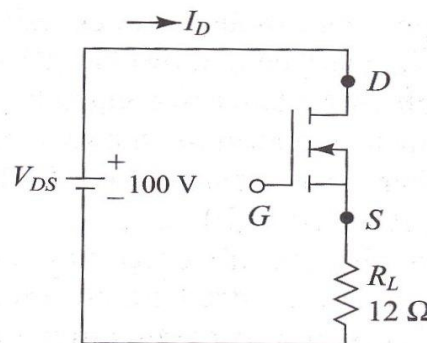
- (e) Bagi litar yang ditunjukkan dalam Rajah 5, tentukan

For the circuit is shown in Figure 5, determine

- (i) kehilangan kuasa pada keadaan terbuka
the power loss in the on-state
- (ii) kehilangan kuasa selama jeda terbuka
the power-loss during the turn-on interval

Parameter MOSFET ialah $t_r=2\mu s$, $R_{DS(on)} = 0.2 \text{ ohm}$, duty cycle $D=0.7$ dan $f = 30 \text{ kHz}$.

MOSFET parameters are: $t_r=2\mu s$, $R_{DS(on)} = 0.2 \text{ ohm}$, duty cycle $D=0.7$ and $f = 30 \text{ kHz}$.



Rajah 5
Figure 5

(50 markah/marks)

...9/-

4. (a) Terangkan semua jenis litar kawalan fasa yang merujuk ke penukar satu kuadran, dua kuadran dan empat kuadran.

Explains all the types of phase-controlled circuit which refer to one-quadrant, two quadrant and four quadrant converters.

(30 markah/marks)

- (b) Untuk suatu penukar AU ke AT terkawal separa, terbitkan untuk :

For a AC to DC semi controlled converter, expression for:

- (i) Voltan purata beban

Average load voltage

- (ii) Arus purata beban

Average load current

- (iii) Voltan rms beban

RMS load voltage

(30 markah/marks)

- (c) Pemanas satu fasa 230V, 2kW disambung ke bekalan satu fasa penukar separa 230V, 50Hz. Untuk sudut pengapian 30° dan 60° , kirakan kuasa yang diserap oleh elemen pemanas.

A single phase 230 V, 2 kW heater is connected across a single phase semi converter 230 V, 50 Hz supply . For a firing angle of 30° and 60° , calculate the power absorbed by the heater element.

(40 markah/marks)

...10/-

5. (a) Dengan menggunakan bantuan diagram litar, terangkan operasi pemanggil langkah turun dan langkah naik.

With the help of circuit diagram, explain the operation of step up and step down chopper.

(30 markah/marks)

- (b) Sebuah pemanggil langkah turun AT mempunyai beban rintangan $R=15\Omega$ dan voltan masukan $E_{dc}=200V$. Apabila pemanggil dijaga ON, kejatuhan voltan ialah $1.5V$. Frekuensi pemanggil adalah 2 kHz . Untuk kitar tugas ialah 40% , tentukan:

A step down dc chopper has a resistive load of $R=15\text{ ohm}$ and input voltage $E_{dc}=200V$. When the chopper remains ON, its voltage drop is $1.5V$. The chopper frequency is 2 kHz . If the duty cycle is 40% , determine:

- (i) purata keluaran voltan
the average output voltage
- (ii) purata voltan rms
the RMS output voltage
- (iii) kecekapan pemanggil
the chopper efficiency

(40 markah/marks)

- (c) Terangkan secara terperinci pemenggal berikut:
Explain briefly the following chopper configuration.

- (i) Kelas A
Class A
- (ii) Kelas B
Class B
- (iii) Kelas C
Class C

Lukis litar lengkap, terangkan ciri E lawan I dan gelombang dan hubungkan dengan gelombang-gelombang.

Draw the complete circuit, mention the E versus I characteristic and associate waveforms.

(30 markah/marks)

6. (a) Terangkan dengan ringkas keadaan yang menyebabkan voltan lampau dalam litar elektronik kuasa.

Explain briefly the overvoltage conditions in power electronic circuits.

(20 markah/marks)

- (b) Thyristor dalam Rajah 6 digunakan untuk mengawal kuasa pada perintang R. Bekalan ialah 300V. Nilai di/dt dan dv/dt yang dibenarkan untuk thyristor ialah masing-masing $30A/\mu\text{sec}$ dan $150 V/\mu\text{sec}$. Kira nilai komponen R_s dan C_s litar snubber.

The thyristor in Figure 6 is used to control power in resistor R. The supply is 300V. The maximum allowable di/dt and dv/dt of the thyristor are $30A/\mu\text{sec}$ and $150 V/\mu\text{sec}$ respectively. Calculate the values of the snubber circuit components R_s and C_s .

(30 markah/marks)

- (c) Apakah ciri-ciri fius yang sesuai sebagai perlindungan arus lampau.

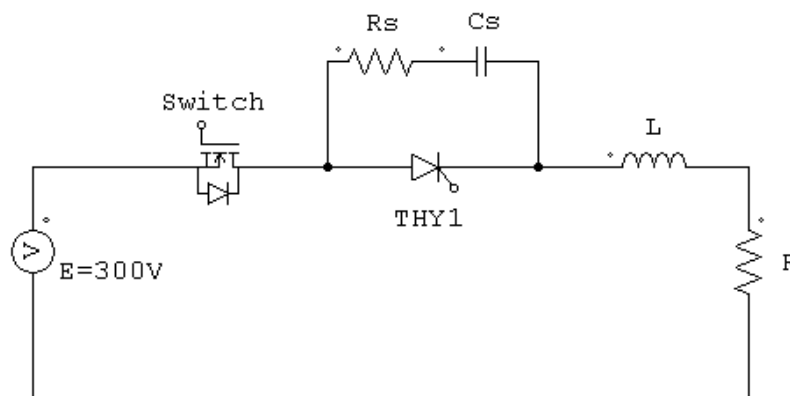
What are the suitable characteristics of a fuse for overcurrent protection.

(20 markah/marks)

- (d) Menggunakan perwakilan elektrik, terangkan pengaliran haba dari simpang semikonduktor ke ambient. Gunakan litar setara termal.

Using the electrical analogy, explain the heat flow from semiconductor junction to ambient. Use thermal equivalent circuit.

(30 markah/marks)



Rajah 6
Figure 6